

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 3729414 A1

⑯ Int. Cl. 4:
F16C 33/06

DE 3729414 A1

⑯ Aktenzeichen: P 37 29 414.8
⑯ Anmeldetag: 3. 9. 87
⑯ Offenlegungstag: 16. 3. 89

⑯ Anmelder:
Glyco-Metall-Werke Daelen & Loos GmbH, 6200
Wiesbaden, DE

⑯ Vertreter:
Seids, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 6200 Wiesbaden

⑯ Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

⑯ Schichtwerkstoff für Gleitlagerelemente mit Antifrictionsschicht aus einem Lagerwerkstoff auf
Aluminium-Basis

Bei einem Schichtwerkstoff für Gleitlagerelemente, der auf einer metallischen Stützschicht eine Antifrictionsschicht aus einer nahezu homogenen Aluminiumlegierung aufweist, die in dem Aluminium mit den üblichen zulässigen Verunreinigungen Zusätze aus 1% bis 3% Massenanteilen Nickel, 0,5% bis 2,5% Massenanteilen Mangan und 0 bis 2% Massenanteilen Blei enthält, wird noch ein Wismut-Zusatz zwischen 0,8% bis 1,4% Massenanteilen in der Aluminiumlegierung vorgesehen. Durch diesen Wismut-Zusatz wird die Zerspanbarkeit der Aluminiumlegierung verbessert. Außerdem bietet die Wismut-Zugabe eine Erhöhung der Gleitfähigkeit und Verbesserung der Notlauf-eigenschaften der Aluminiumlegierung, wobei die letzteren Vorteile die Wismut-Zugabe zur Aluminiumlegierung dann rechtfertigen, wenn die Aluminiumlegierung in solcher Weise aufgebracht wird, die eine spanende Oberflächenbearbeitung der Antifrictionsschicht nicht erforderlich macht. Als weitere wesentliche Verbesserung kommt eine zusätzliche Kupfer-Zugabe zwischen 0,02% und 1,5% Massenanteilen zur Aluminiumlegierung in Betracht. Durch diese Kupfer-Zugabe werden die Härte, die Zugfestigkeit und die Dauerfestigkeit der aus Aluminiumlegierung gebildeten Antifrictionsschicht gesteigert, wobei gute Dehnungswerte beibehalten bleiben. Die in der Antifrictionsschicht vorhandenen Hartteilchen sollen wie bei einer bekannten Antifrictionsschicht aus Aluminium-Nickel-Mangan-Legierung im wesentlichen Teilchengröße $\leq 5 \mu\text{m}$ aufweisen...

DE 3729414 A1

Patentansprüche

1. Schichtwerkstoff für Gleitlagerelemente, z.B. Radialgleitlager bzw. Axialgleitlager, bestehend aus einer metallischen Stützschicht und einer auf der Stützschicht angebrachten Antifrictionsschicht aus Lagerwerkstoff auf Aluminium-Basis, ggf. versehen mit einer aufgebrachten Bindungsschicht und Anpassungsschicht, wobei der Lagerwerkstoff eine nahezu homogene Aluminiumlegierung ist, die in dem Aluminium mit den üblichen zulässigen Verunreinigungen 1 bis 3%, vorzugsweise 1,5 bis 2,5%, Massenanteile Nickel, 0,5 bis 2,5%, vorzugsweise 1 bis 2%, Massenanteile Mangan und 0 bis 2% Massenanteile Blei enthält und Hartteilchen aus Nickel und Mangan bzw. nickelhaltige und/oder manganhaltige Hartteilchen aufweisen kann, deren Teilchengröße im wesentlichen $\leq 5 \mu\text{m}$ beträgt, dadurch gekennzeichnet, daß die den Lagerwerkstoff bildende Aluminiumlegierung einen Wismutzusatz zwischen 0,1% und 2%, vorzugsweise zwischen 0,8% und 1,4%, Massenanteilen enthält.

2. Schichtwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den Lagerwerkstoff bildende Aluminiumlegierung als weiteren Zusatz Kupfer in Massenanteilen zwischen 0,02% und 1,5%, vorzugsweise zwischen 0,3% und 0,8%, enthält.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Schichtwerkstoff für Gleitlagerelemente, z.B. Radialgleitlager bzw. Axialgleitlager, bestehen aus einer metallischen Stützschicht und einer auf der Stützschicht angebrachten Antifrictionsschicht aus Lagerwerkstoff auf Aluminium-Basis, gegebenenfalls versehen mit einer aufgebrachten Bindungsschicht und Anpassungsschicht, wobei der Lagerwerkstoff eine nahezu homogene Aluminiumlegierung ist, die in dem Aluminium mit den üblichen Verunreinigungen, 1 bis 3%, vorzugsweise 1,5 bis 2,5%, Massenanteile Nickel, 0,5 bis 2,5%, vorzugsweise 1 bis 2%, Massenanteile Mangan und 0 bis 2% Massenanteile Blei enthält und Hartteilchen aus Nickel und Mangan bzw. nickelhaltige und/oder manganhaltige Hartteilchen aufweisen kann, deren Teilchengröße im wesentlichen $\leq 5 \mu\text{m}$ beträgt.

Ein aus DE-PS 35 19 452 bekannter Schichtwerkstoff dieser Art weist zwar hervorragende Lagerwerkstoffeigenschaften auf verbunden mit erhöhter dynamischer Belastbarkeit der aus solchem Lagerwerkstoff hergestellten Antifrictionsschicht. Jedoch hat sich in der Praxis herausgestellt, daß sich die Herstellung bzw. Verarbeitung dieses bekannten Schichtwerkstoffs gewisse Schwierigkeiten bei der spanenden Oberflächenbearbeitung verursacht, beispielsweise durch Neigung zu Aufbauschneiden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, den eingangs genannten Schichtwerkstoff für Gleitlagerelemente hinsichtlich seiner Herstellbarkeit und Verarbeitbarkeit mit spanender Oberflächenbearbeitung wesentlich zu verbessern und dabei auch die Gleiteigenschaften, insbesondere die Notlaufeigenschaften des für die Antifrictionsschicht vorgesehenen Lagerwerkstoffs zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die den Lagerwerkstoff bildende Aluminiumlegierung einen Wismutzusatz zwischen 0,1% und 2% Massenanteile, vorzugsweise zwischen 0,8% und 1,4% Mas-

senanteile enthält.

Durch die Erfindung werden die vorteilhaften Eigenschaften des bekannten Schichtwerkstoffs dieser Art, in Bezug auf Dauerfestigkeit, Anpassungsfähigkeit und insbesondere Temperaturbeständigkeit der Antifrictionsschicht in vollem Umfang beibehalten. Darüberhinaus erhält durch die Erfindung die Antifrictionsschicht noch erhöhte Gleitfähigkeit und wesentlich verbesserte Notlaufeigenschaften. Vor allem wird aber erfindungsgemäß die Zerspanbarkeit der Lagerlegierung auf Aluminium-Basis mit Nickel und Mangangehalt wesentlich verbessert. Bei spanender Oberflächenbearbeitung ergeben sich kurze Späne, was bei Automatenwerkstoffen Grundbedingung ist. Zudem wird die Bildung von Aufbauschneiden verhindert.

Es ist zwar gemäß DE-PS 35 19 452 bereits in Bezug gezogen worden, die Zerspanbarkeit bei Anwendung niedriger Schnittgeschwindigkeiten durch geringe Bleizusätze zur Legierung zu verbessern. Jedoch haben diese Bleizusätze die Forderung offengelassen, die Zerspanbarkeit noch weiterhin zu verbessern.

Wie bei dem aus DE-PS 35 19 452 bekannten Schichtwerkstoff können — sofern der die Antifrictionsschicht bildende Lagerwerkstoff nicht vollständig homogen ist — Hartteilchen aus Nickel und Mangan oder nickelhaltige und manganhaltige Hartteilchen zugelassen werden, die im wesentlichen Teilchengröße $\leq 5 \mu\text{m}$ aufweisen, wobei weniger als 5, bevorzugt höchstens 1 Teilchen mit Teilchengröße $\leq 5 \mu\text{m}$ in einem Volumenelement eines Würfels von 0,1 mm Kantenlänge vorhanden sein soll.

In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann die den Lagerwerkstoff bildende Aluminiumlegierung als weiteren Zusatz Kupfer in Massenanteilen zwischen 0,02% und 1,5%, vorzugsweise zwischen 0,3% und 0,8% enthalten. Durch diesen Kupferzusatz wird die bei dem bekannten Lagerwerkstoff auf Aluminium-Basis mit Nickel- und Manganzusatz vorhandene Mischkristallverfestigung noch dadurch verbessert, daß auch ternäre und quaternäre Phasen bzw. Mischkristallarten auftreten, die durch ihre Härte eine Steigerung der Festigkeitswerte der Al-Matrix bewirken. Als weiteren Vorteil bietet die AlNiMnBiCu-Legierung die Möglichkeit, durch die Wahl entsprechender Wärmebehandlungstemperaturen bzw. Wärmebehandlungszyklen im Laufe ihrer Verarbeitung die Höhe der Festigkeitswerte nach Wahl und Erfordernis jedes Einsatzfalles gezielt zu steuern. Diese Steuerungsmöglichkeit beruht — soweit erkennbar — wahrscheinlich auf der Steuerung der Mischkristallübersättigung sowie der Größe und Menge der Ausscheidungen. Der Cu-Zusatz beeinträchtigt nicht die mit dem Bi-Zusatz erreichten Vorteile wie Verbesserungen der Zerspanbarkeit, erhöhte Gleitfähigkeit und verbesserte Notlaufeigenschaften. Vielmehr ergibt sich noch eine weitere Stabilisierung dieser Eigenschaften.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Balkendiagramm für die dynamische Belastbarkeit;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung des erfindungsgemäßen Schichtwerkstoffs in Form einer Gleitlagerhälfte;

Fig. 3 einen Teilschnitt entsprechend III-III der Fig. 2; und

Fig. 4 einen Teilschnitt nach III-III der Fig. 2 in abgewandelter Ausführung.

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Balkendiagramm handelt es sich um die Darstellung der dynamischen Belastbarkeit von Schichtwerkstoff mit Antifrictionsschicht auf Aluminium-Basis bezogen auf 200 Stunden. Die dynamische Belastbarkeit ist dabei zu ermitteln aus Restlastkurven von Underwood-Versuchen bei 150°C. Die in Vergleich gesetzten Schichtwerkstoffe hatten einen Stützwerkstoff aus Stahl und eine Antifrictionsschicht, die durch Aufplattieren eines Blechs aus gegossener Aluminium-Legierung ggf. unter Zwischenlage einer Folie aus Reinaluminium auf die Stützschicht aufgebracht war.

Die im Balkendiagramm der Fig. 1 in Vergleich gesetzten Schichtwerkstoffe sind wie folgt:

- A: Stahl/AlNi2Mn1Bi1, ohne Bindungsschicht und Anpassungsschicht.
- A1: Stahl/AlNi2Mn1Bi1 mit 0,5% Massenanteilen Cu, ohne Bindungsschicht und Anpassungsschicht.
- B: Stahl/AlSn6, herkömmlich, ohne Bindungsschicht und Anpassungsschicht.
- C: Stahl/AlSn20, herkömmlich, ohne Bindungsschicht und Anpassungsschicht.
- D: Stahl/AlNi2Mn1Bi1/Ni/PbSn10Cu2 (galv.) mit Ni-Bindungsschicht und PbSn10Cu2-Anpassungsschicht, beide galvanisch aufgebracht.
- D1: Stahl/AlNi2Mn1Bi1Cu0,5/Ni/PbSn10Cu2 (galv.), Ni-Bindungsschicht und PbSn10Cu2-Anpassungsschicht, beide galvanisch aufgebracht.
- E: Stahl/AlSn6/Ni/PbSn10Cu2 (galv.), herkömmlich, mit Ni-Bindungsschicht und PbSn10Cu2-Anpassungsschicht, beide galvanisch aufgebracht.
- F: Stahl/AlZn5/Ni/PbSn10Cu2 (galv.), bekannter hochfester Al-Lagerwerkstoff, mit Ni-Bindungsschicht und PbSn10Cu2-Anpassungsschicht, beide galvanisch aufgebracht.

Wie das Balkendiagramm zeigt, läßt sich mit einem Schichtwerkstoff mit Stützschicht aus Stahl und Antifrictionsschicht aus AlNi2Mn1Bi1 eine dynamische Belastbarkeit von oberhalb 60 N/mm² erreichen, bevor Risse in der Aluminiumschicht feststellbar sind. Eine solche Antifrictionsschicht aus AlNi2Mn1Bi1 ist hervorragend spanend bearbeitbar und zeichnet sich durch erhöhte Gleitfähigkeit und gegenüber bekannten Antifrictionsschichten wesentlich verbesserten Notlaufegenschaften aus. Wie bei A1 im Balkendiagramm gezeigt, läßt sich eine solche Antifrictionsschicht durch einen Kupferzusatz von 0,5% Massenanteilen noch dagehend verbessern, daß eine dynamisch Belastbarkeit von etwa 65 N/mm² erreicht wird, bevor Risse in der Aluminiumschicht feststellbar sind.

Wie aus dem Teil D des Blockdiagramms ersichtlich, kann durch Anbringen einer Nickel-Bindungsschicht und einer PbSn10Cu2-Anpassungsschicht auf der Antifrictionsschicht eine dynamisch Belastung von Gleitlagern noch in den Bereich der normalerweise auftretenden Gleitschichtermüdung erhöht werden, bis auf etwa 75 N/mm², bis Ermüdungsrisse in der Aluminiumschicht feststellbar sind. Auch im Fall des Schichtwerkstoffes, auf den sich der Teil D des Balkendiagramms bezieht, läßt sich noch eine Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit erreichen, und zwar durch die Zugabe von 0,5% Massenanteilen Cu zu der AlNi2Mn1Bi1-Legierung. Wie der Teil D1 des Balkendiagramms erkennen läßt, kann man auf diese Weise dynamische Belastbarkeit des Schichtwerkstoffes bis zu 80 N/mm² erreichen, bevor Ermüdungsrisse in der Aluminiumschicht feststellbar sind.

Dabei zeichnen sich die den Teilen D und D1 des Blockdiagramms entsprechenden Schichtwerkstoffe zusätzlich durch wesentlich verbesserte Zerspanbarkeit des die Antifrictionsschicht bildenden Lagerwerkstoffs sowie erhöhte Gleitfähigkeit und verbesserte Notlaufegenschaften aus. Solche verbesserten Eigenschaften und Werte für dynamische Belastbarkeit lassen sich mit den herkömmlichen, für mittlere Belastbarkeit vorgesehenen Gleitlagerwerkstoffen auf Aluminium-Basis nicht erreichen, wie dies die Beispiele B, C und E für AlSn6 und AlSn20 mit oder ohne Anpassungsschicht zeigen. Die dynamische Belastbarkeit von Gleitlagern mit Antifrictionsschicht aus gegossener AlNi2Mn1Bi1-Lagerlegierung kommt bereits an die Größenordnung heran, wie sie bisher nur bei hochfesten Aluminium-Lagerwerkstoffen bekannt ist, beispielsweise dem in Beispiel F wiedergegebenen Lagerwerkstoff mit Antifrictionsschicht aus gegossener AlZn5-Legierung. Die dynamische Belastbarkeit von Gleitlagern mit Antifrictionsschicht aus gegossener AlNi2Mn1Bi1-Lagerlegierung mit Kupferzusatz zwischen 0,02% und 1,5% Massenanteilen läßt bereits diese Größenordnung erreichen. Dabei liegt der ermüdungsfreie Lauf bei einer Antifrictionsschicht aus AlNi2Mn1Bi1-Lagerlegierung mit 0,5% Massenanteilen Kupfer noch oberhalb des ermüdungsfreien Laufes einer Antifrictionsschicht aus gegossener AlZn5-Legierung, wenn bei beiden Antifrictionsschichten gleiche Anpassungsschicht vorgesehen wird. Dabei kann die bekannte gegossene AlZn5-Legierung nicht ohne die Anpassungsschicht eingesetzt werden und weist hinsichtlich anderer Lagerwerkstoff-Eigenschaften, wie Beständigkeit gegen Festfressen, Verschleißfestigkeit usw. wesentlich ungünstigere Eigenschaften auf als diejenigen, die für die Lagerlegierungen auf Aluminium-Basis mit angegebenen geringen Zusätzen an Mangan, Nickel und Wismut sowie ggf. Kupfer gefunden wurden.

Die Fig. 2 bis 4 zeigen die Anwendung des Schichtwerkstoffes für Lagerschalen, d.h. aus zwei Gleitlagerhälften zusammengesetzte Gleitlager.

Bei dem in Fig. 3 wiedergegebenen Gleitlager ist ein metallischer Stützkörper 1 aus Stahl vorgesehen. Auf diesen Stützkörper 1 ist eine Antifrictionsschicht 2 in der Dicke von 0,2 mm bis 0,5 mm aus AlNi2Mn1Bi1 durch Walzplattieren direkt aufgebracht. Diese Antifrictionsschicht 2 ist durch elektrochemisches Platten, d.h. auf galvanischem Wege, mit einer dünnen Nickelschicht 3 belegt, die eine Dicke von 0,001 bis 0,002 mm aufweisen kann. Über diese Bindungsschicht 3 aus Nickel ist auf galvanischem Wege eine Anpassungsschicht 4 aus Weißmetall-Lagerlegierung der Zusammensetzung PbSn1OCu2 in einer Dicke von 0,05 bis 0,1 mm aufgebracht. Die Gesamtheit des Schichtwerkstoffes ist von einer vorzugsweise galvanisch aufgebrachten Korrosionsschutzschicht 5 aus Zinn oder Zinn-Blei-Legierung umgeben. Es handelt sich hierbei um einen dünnen Flash, der auf der Oberfläche der Anpassungsschicht 4 kaum in Erscheinung tritt, aber insbesondere im Bereich der Stützschicht 1 einen wirksamen Korrosionsschutz bietet.

Im Beispiel der Fig. 4 ist die metallische Stützschicht 1 selbst als Schichtwerkstoff ausgebildet, und zwar mit einer Stahlschicht 7 und einer Zwischenschicht 8 mit Notlaufegenschaften, beispielsweise aus Bleibronze oder Zinnbronze. Beispielsweise könnte auch eine Zwischenschicht 8 aus AlZn5 benutzt werden. Auf diese Zwischenschicht 8 ist eine dünne Nickelschicht 9 (0,001 mm bis 0,002 mm Dicke) durch Kathodenzerstäubung

als Diffusionssperre aufgebracht. Über diese Nickelschicht 9 ist durch Kathodenerstäubung, vorzugsweise Hochleistungs-Kathodenerstäubung, unter Anwendung von Magnetfeldern die Antifrictionsschicht 6 aus Aluminium-Nickel-Mangan-Wismut-Kupfer-Legierung mit 2,5% Massenanteilen Nickel, 2% Massenanteilen Mangan, 1,2% Massenanteilen Wismut und 0,5% Massenanteilen Kupfer, Rest Aluminium aufgebracht. Wenngleich diese Antifrictionsschicht 6 keiner mechanischen Oberflächenbearbeitung bedarf, also eine verbesserte Zerspanbarkeit des Lagerwerkstoffes nicht in Betracht zu ziehen ist, kommt in diesem Fall der Antifrictionsschicht die durch die Wismutzugabe erzielte Erhöhung der Gleitfähigkeit und Verbesserung der Notlaufeigenschaften zugute.

Die Antifrictionsschicht 6 ist in diesem Beispiel wiederum überdeckt mit einer dünnen (0,001 mm bis 0,002 mm dicken), durch Kathodenerstäubung aufgebrachten Bindungsschicht 3, auf der wiederum eine Einlaufschicht oder Anpassungsschicht 4 aus Weißmetall-Lagerlegierung in einer Dicke von etwa 0,02 mm bis 0,03 mm durch Kathodenerstäubung aufgebracht ist. Für das Aufbringen dieser Schichten kommen Kathodenerstäubungs-Beschichtungsmethoden in Betracht, wie sie beispielsweise aus dem Aufsatz von Hartmut Frey "Kathodenerstäuben, Beschichtungsmethode mit Zukunft", VDI-Zeitung 123 (1981), Nr. 12, Seiten 519 bis 525 bekannt sind. Anstelle der Benutzung von Kathodenerstäubungs-Beschichtungsmethoden könnten die Antifrictionsschicht, die Bindungsschicht und die Anpassungsschicht sowie vorgesehene Diffusionssperrschichten auch durch Vakuumbedampfen oder auf galvanischem Wege aufgebracht werden.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

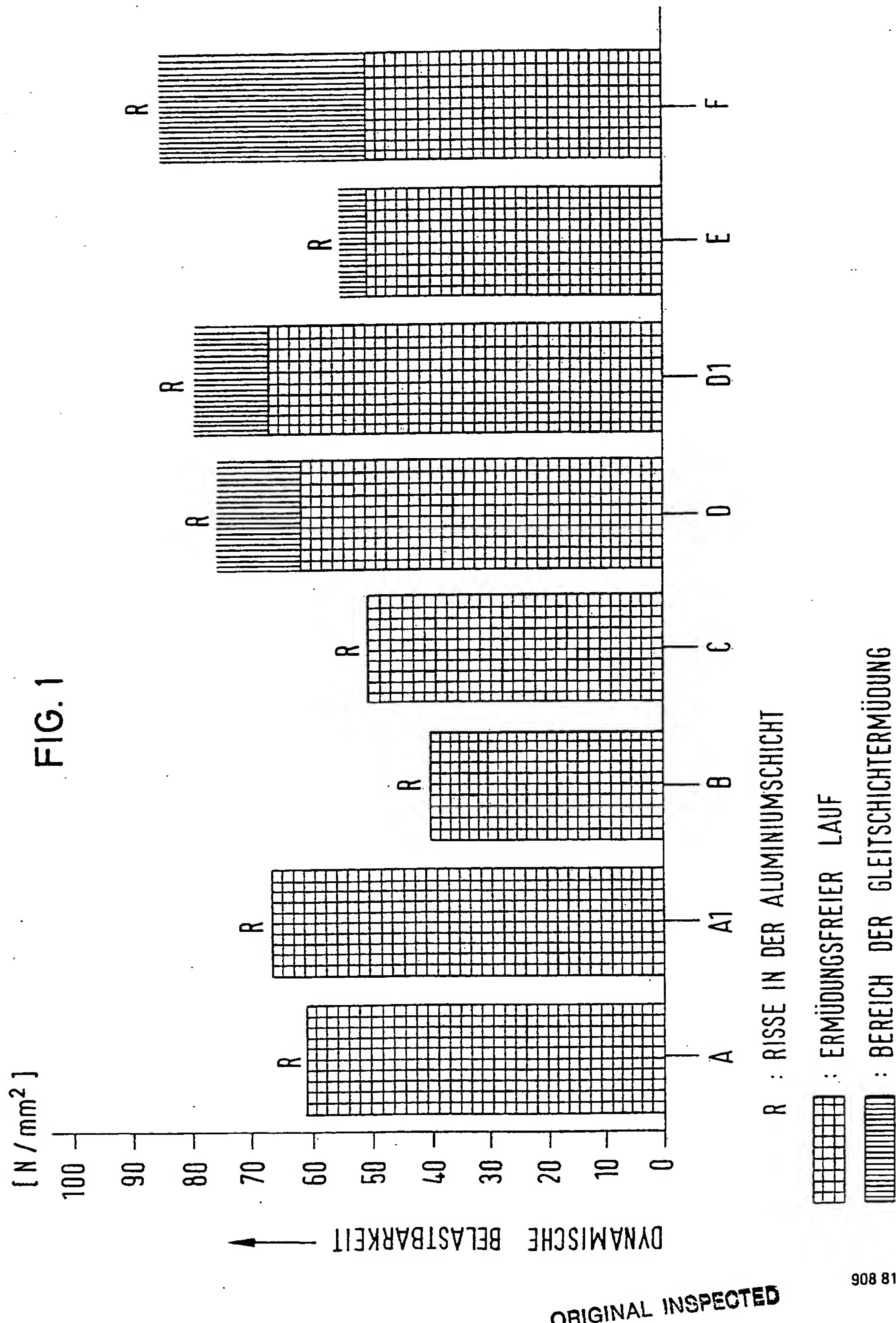
Nummer: 37 29 414
Int. Cl. 4: F 16 C 33/06
Anmeldetag: 3. September 1987
Offenlegungstag: 16. März 1989

J:17
71

1/2

3729414

FIG. 1



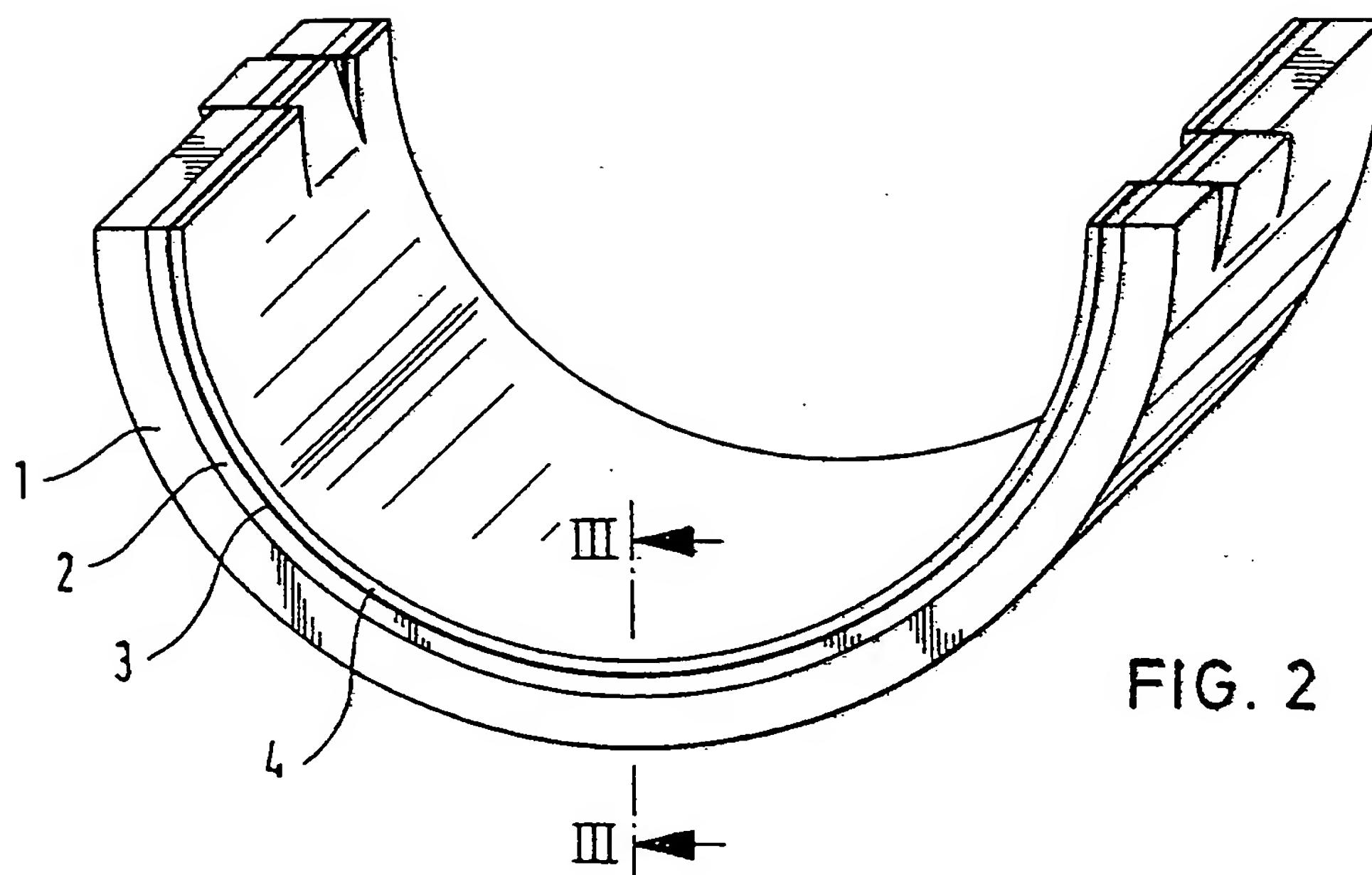


FIG. 2

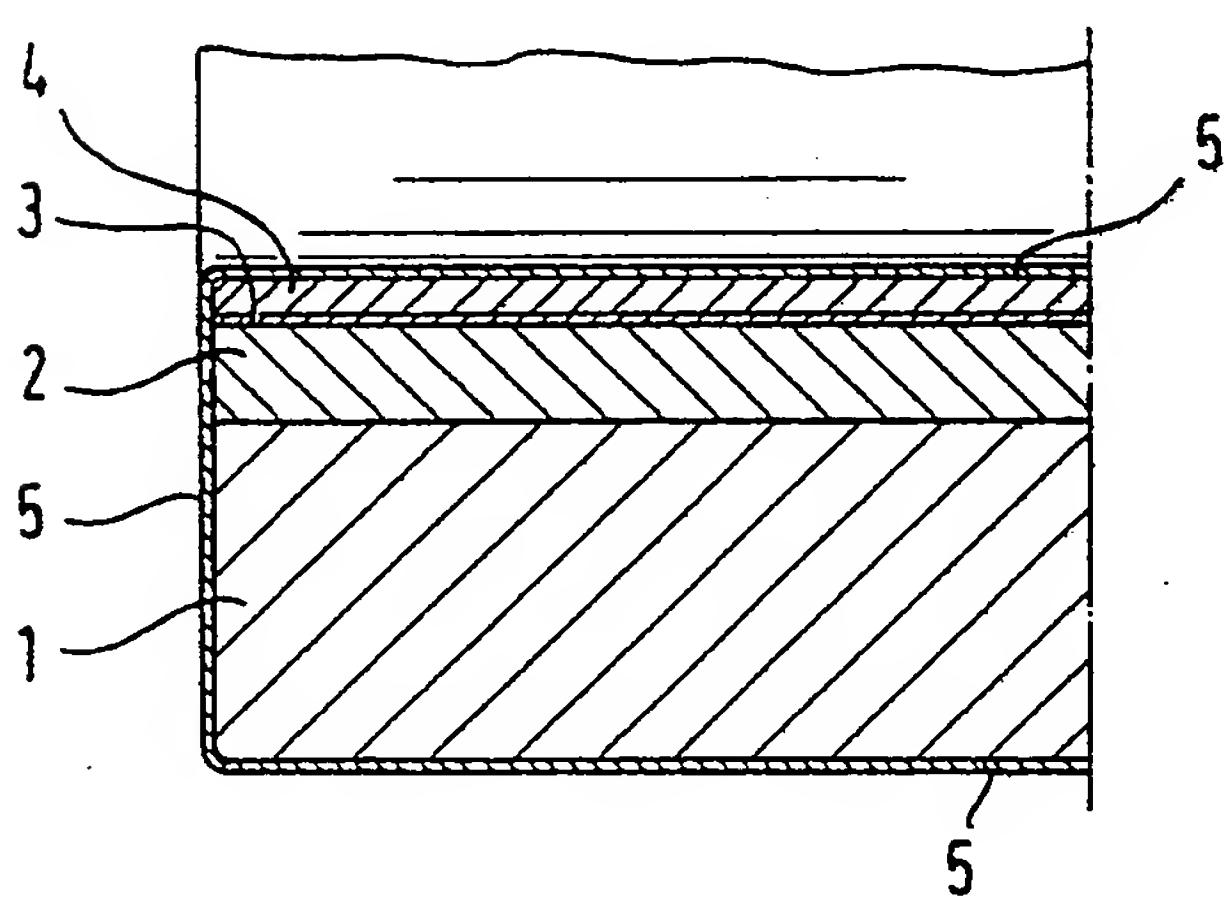


FIG. 3

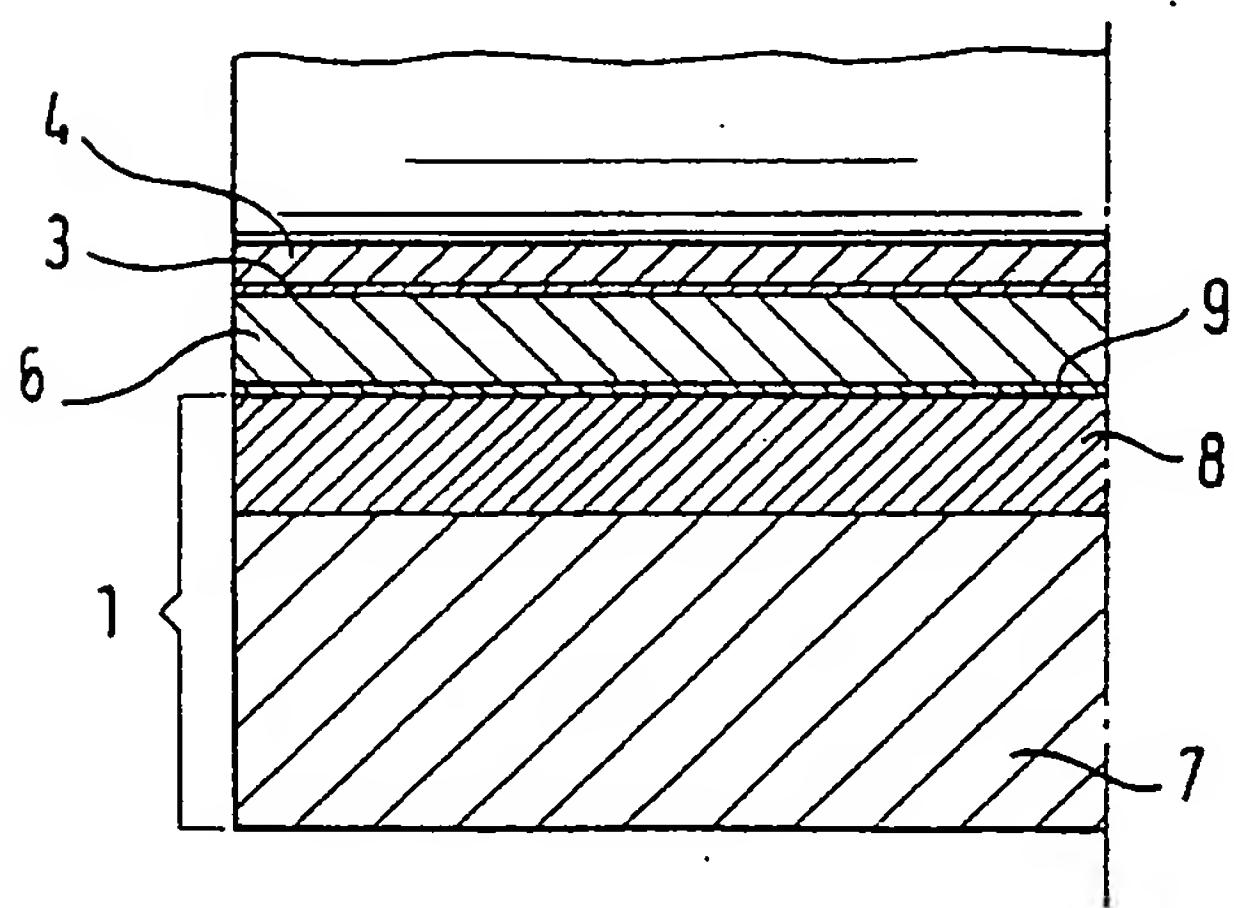


FIG. 4